

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. C. Korth

Die zeitliche Herzdynamik beim Linksschenkelblock

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Vorgelegt von
Peter Kunze
aus Hannover/Niedersachsen

**Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg**

Direktor: Prof. Dr. C. Korth

Die zeitliche Herzdynamik beim Linksschenkelblock

Inaugural-Dissertation

**zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg**

Vorgelegt von

Peter Kunze

aus Hannover/Niedersachsen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. Dr. H. Pauly
Referent: Priv.-Doz. Dr. E. Lang
Korreferent: Prof. Dr. C. Korth
Tag der mündlichen Prüfung: 24. Juli 1973

Meiner lieben Mutter

sei diese Arbeit in Dankbarkeit gewidmet.

Herrn Professor Dr. C. Korth danke ich sehr für die freundliche Übernahme des Referates.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. E. Lang für die freundliche Überlassung des Themas, sowie für seine unermüdlige Bereitschaft jederzeit mit Rat und Tat zu unterstützen.

Die zeitliche Herzdynamik beim Linksschenkelblock

Bei einer verspäteten elektrischen Aktivierung einer Kammer infolge einer einseitigen Reizleitungsstörung ist zu erwarten, daß auch die haemodynamische Antwort der betreffenden Kammerystole verspätet auftritt. Die Tatsache ist bereits mehrfach beschrieben worden (11,16,17). Wenig bekannt ist, ob die Änderung des mechanischen Ablaufes Einfluß auf die Kontraktilität nimmt und damit ein Linksschenkelblock bereits Wegbereiter einer Herzinsuffizienz ist. Aus diesem Grunde wurden bei Patienten mit Linksschenkelblock die Kontraktionsphasen des Herzens und zwar vor allem die uns einen Hinweis auf die Kontraktionsfähigkeit erlauben, untersucht und mit Werten von Gesunden verglichen.

Theoretische Grundlagen

Fällt die Leitung in einem Tawara-Schenkel völlig aus, muß die betreffende Kammer von der anderen Seite her erregt werden. Dies macht beim Menschen eine Verlängerung der Erregungsausbreitungszeit um ca. 0,03 - 0,04 sec. aus. Ist die Erregungsverspätung größer, bzw. die QRS-Dauer länger als 0,14 - 0,15 sec, muß eine zusätzliche murale Leitungsstörung angenommen werden, die die zuerst erregte oder nachhinkende Kammer, oder auch beide zusammen betreffen kann.

Eppinger und Rothberger (11) haben 1909 erstmals am Hunde gezeigt, daß durch die Durchschneidung eines der beiden Tawara-Schenkel charakteristische Veränderungen des Kammerkomplexes im EKG auftreten und sie haben deshalb diese Bilder als Schenkelblock bezeichnet. Dabei nahm das EKG die Charakterzüge einer von der

anderen Kammer ausgehenden Extrasystole an, mit dem Unterschied, daß diesen Komplexen eine P-Welle mit dem üblichen Av-Intervall vorausging. Durch Aufnahmen des Aorten- und Pulmonalispulses wiesen die genannten Autoren ein Nachhinken um 0,03 bis 0,04 sec. derjenigen Kammer nach, deren Schenkel durchschnitten worden war. Das linksseitige Schenkelblock-Bild ist grundsätzlich über dem linken Herzen, bzw. in den Brustwandableitungen V_5 und V_6 , gelegentlich auch in der linken Axillarlilie in einem etwas höheren Niveau oder in V_7 , am deutlichsten zu erkennen. Dabei ist das beträchtlich verspätete Einsetzen der größten Negativitätsbewegung (GNB) charakteristisch. Statt nach höchstens 0,05 sec. tritt diese beim ausgesprochenen Schenkelblock-Bild erst 0,08 bis 0,15 sec. nach Beginn der Kammererregung in Erscheinung. Die R'-Zacke ist dabei in der Regel nicht sehr hoch, aber breit und oft stark geknotet oder auch gekerbt. Eine Q- und S-Zacke pflegen in diesen Ableitungen zu fehlen. Bei einem sehr stark nach links oben gedrehten R-Vektor schneidet die Nullpotentialebene die Gegend der Linkspräkordialen Ableitungsstellen. Liegt die Ableitungsstelle 6 noch oberhalb, entspricht das Bild in Ableitung V_6 grundsätzlich demjenigen in Ableitung I, liegt sie unterhalb der Nullpunktshöhe, zeigt Ableitung V_6 die Charakterzüge von Ableitung II. Aus atypischen Bildern in Ableitung 6 dürfen dann keine Schlüsse auf zusätzliche Komplikationen gezogen werden und es empfiehlt sich das typische Bild an einer etwas höher gelegenen Ableitungsstelle zu suchen. Die ST-Strecke ist gesenkt und T ist in der Regel präterminal negativ. Hieraus ist zu schließen, daß die Erregung in der linken Kammer, in der sie verspätet eintrat, auch zuletzt erlischt.

Für das Bild in den Extremitätenableitungen sind die Herzlage und die Feldverhältnisse, wie sie gemeinsam in der sogenannten "elektrischen Herzlage" zum Ausdruck kommen, von ausschlaggebender Bedeutung. Bei der in diesen Fällen gewöhnlich vorhandenen Mittel- oder Linkslage ist Ableitung I durch eine in der Regel hohe gekerbte und breite R-Zacke, auf die eine gesenkte ST-Strecke und in der Regel eine negative T-Welle folgen, gekennzeichnet. Bei der Linkslage findet sich diese Gegensinnigkeit zwischen Anfangsschwankung und ST-T-Abschnitt mit umgekehrtem Vorzeichen in der Regel auch in Ableitung III vor, indem hier eine große breite und meist gekerbte S-Zacke einer gehobenen ST-Strecke und einer kräftig positiven T-Welle vorangeht. Der Übergang der ST-Strecke zur T-Welle zeigt in Ableitung I wie III einen gegen die Nulllinie zu konvexen Verlauf. Bei dieser diskordanten Form mit gegensätzlichem Verhalten in Ableitung I und III schließt sich das Bild von Ableitung II bald mehr Ableitung I bald mehr Ableitung III an, oder es zeigt eine wenig charakteristische Zwischenform. In den selteneren Fällen von Mittellage oder Steilstellung stimmen die Charakterzüge von Ableitung II und III mit Ableitung I überein, die dann etwa sogar weniger typisch erscheint. Dadurch entstehen konkordante Bilder in den drei Einthovenschen Ableitungen.

Der Entstehung des Elektrokardiogramms und Vektorkardiogramms des Linksschenkelblockbildes kann folgende Erregungsausbreitung zugrunde gelegt werden (Abb.I).

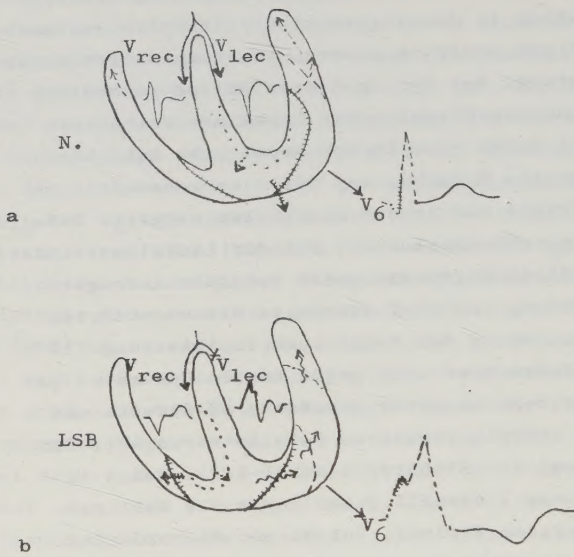


Abb. I : Schematische Darstellung der intraventri-
kulären Erregungsausbreitung a normal,
b bei Linksschenkelblock.
~~~~~abnorme intramurale Erregungsausbreitung.

Die normale initiale Erregung des Kammerseptums von links nach rechts und damit die initialen nach vorn und rechts gerichteten Vektoren fehlen. Während der ersten 0,010 bis 0,020 sec. breitet sich die Erregung von den unteren rechten Septumpartien nach links und vorn aus. Dem entspricht ein Kurvenanstieg in Ableitung I und über dem Präkordium der üblichen Ableitungen. Daraufhin beginnt sehr rasch die langsame intramurale Erregungsausbreitung in der linken Kammer, die früher abschließt wenn der linke Schenkel nur partiell und später wenn er total blockiert ist, oder wenn die intramurale Erregungsfortpflanzung erschwert ist. Diese langsame und langdauernde Erregungsausbreitungsrichtung erzeugt nach links hinten und meistens oben gerichtete Vektoren, bzw. eine entsprechend orientierte Vektorschleife. Sie bedingt tiefe und breite S-Zacken in Ableitung  $V_1$  bis  $V_3$  oder  $V_4$ , sowie meist in Ableitung III und breite plumpe R-Zacken linkspräkordial sowie in Ableitung I. Die rasche normale Erregungsausbreitung in der dünnerwandigen rechten Kammer kann völlig untergehen. Die Erregungsrückbildung setzt in der verspätet erregten linken Kammer später ein. Das Überdauern der Negativität links ruft die negativen T-Wellen in den linkspräkordialen Ableitungen und Ableitung I hervor. Da die normale periendokardiale oder apiko-basale Rückbildungsrichtung in dieser Kammer ohne zusätzliche Störung erhalten bleibt, sind die T-Negativitäten präterminal und das T-Ende mehr oder weniger positiv.

Die Störung der Erregungsausbreitung die beim Linksschenkelblock zur Verbreiterung des QRS-Komplexes führt, muß sich natürlich auch auf die

Umformungszeit und damit auf die elektromechanische Latenz auswirken. Mit der Gesamtsystole (A+S), der elektromechanischen Systole, die mit der Q-Zacke des Elektrokardiogramms beginnt, erfassen wir auch einen kleinen Zeitabschnitt, der im mechanischen Ablauf des Herzzyklus ohne Bedeutung ist: die elektromechanische Latenz (19). Holldack (9) unterteilt die Anspannungszeit in die Umformungszeit und Druckanstiegszeit, da es sich bei der Anspannungszeit um keinen einheitlichen haemodynamischen Vorgang handelt. Die Umformungszeit im engeren Sinne beginnt eigentlich erst mit Ende der elektromechanischen Latenz und endet mit dem Steilanstieg der Ventrikeldruckkurve, der sich im Anspannungsteil des 1. Herztones niederschlägt.

## Methode und Material

Die Bestimmung der Herzdynamik erfolgte mit einer der indirekten sphygmographischen Methoden (2,9,20), die zunächst von Schultz (28) angeführt und später von Blumberger (2,4,5,18,6) erweitert wurden.

1) Patientenauswahl und Festlegung der Diagnose  
Als Versuchspersonen dienten 21 Patienten im Alter von 23 - 66 Jahren, bei einem Durchschnittsalter von 51 Jahren. Die Erfassung des geeigneten Patientenmaterials erfolgte an Hand des Elektrokardiogramms. Als typische Zeichen des Linksschenkelblocks galten (11,27) QRS-Dauer 0,12 sec. und mehr; Verspätung des oberen Umschlagpunktes in der Ableitung  $V_{5/6}$  um 0,02 sec. und mehr; in Abl. I, aVL und  $V_{5/6}$  vorwiegend positive plumpe und deformierte Kammerhauptschwankungen; Die QT-Dauer entsprechend der Ausdehnung der QRS-Dauer verlängert.

### 2) Untersuchungsgang

Am liegenden Patienten wurden synchron eine EKG-Ableitung, die Carotispulskurve, Femoralispulskurve und der Herzschall registriert. Dabei wurde das Elektrokardiogramm in der II. Ableitung aufgezeichnet, das Carotissphygmogramm und das Femoralissphygmogramm registrierten wir mit Hilfe von Infrarotabnehmer nach Boucke und Brecht. Als Registriergerät benutzten wir den 6-fach Schreiber Cardirex der Firma Siemens - Reiniger. Das Carotissphygmogramm wurde im Kanal 1, das Femoralissphygmogramm im Kanal 2, die EKG - Ableitung (II) im Kanal 3 und das Phonokardiogramm in den Frequenzfilterungen 70, 140 und 250  $H_z$  im Kanal 4, 5 und 6 aufgezeichnet.

Die Papiergeschwindigkeit betrug 50 mm/sec.  
(Abb. II Registrierprogramm zur Berechnung der zeitlichen Herz- und Kreislaufdynamik).

### 3) Meßmethode (Ausmessung der Kurven)

Die verschiedenen haemodynamischen Parameter ermittelten wir nach den von Blumberger (5,6,14), Meiners (22), Lang (14,16,18) und Michel (22) und ergänzten das Verfahren nach Holldack (9). Dabei ergaben sich als direkte Meßwerte die Distolendauer, die Systolendauer, die Umformungszeit und die Austreibungszeit.

Diastolendauer (D): Vom Beginn des vorangehenden 2. Herztones bis zum Beginn des Kammeraktionsstromes.

Gesamtsystole (A+S): Zeitintervall vom Beginn des Kammeraktionsstromes bis zum Beginn des Schallbildes des 2. Herztones.

Austreibungszeit (S): Zeitintervall vom Fußpunkt bis zur Incisur des Carotissphygmogramms.

Umformungszeit (UZ): Zeitintervall vom Beginn des Kammeraktionsstromes bis zum Beginn des 1. Herztones.

Verschiedene Parameter hängen in ähnlich strenger Weise, wie die QT-Zeit des Elektrokardiogramms, von der Frequenz ab. Ihre Aussagekraft läßt sich also dadurch steigern, daß wir sie in ihrer Abhängigkeit von der Pulsfrequenz beurteilten. Die Austreibungszeit ist so deutlich frequenzabhängig, daß uns nur der Relativwert, in Prozent des nach der Formel (24)  $6,2 \times \frac{2,9}{\sqrt{T}}$  errechneten Mittelwertes (=100%), eine genaue Aussage macht. Diese relative Austreibungszeit kann auch aus einem Diagramm abgelesen werden (22). Auch die Frequenz-

abhängigkeit der Anspannungszeit konnten Weissler (29), Lang (15) und Millahn (25) nachweisen.

Durch Subtraktion bzw. Addition ergaben sich:

Anspannungszeit (A): Systolendauer minus Austreibungszeit.

Druckanstiegszeit (DAZ): Anspannungszeit minus Umformungszeit.

Periodendauer (T): Diastolendauer plus Systolendauer.

Herzfrequenz (F):  $\frac{60 \times 1000}{T}$

T

Die weiteren Formeln und Berechnungen zur Bestimmung des Schlag- und Minutenvolumens, stützten sich auf die Arbeiten von Wetzler und Böger (14,15), bzw. von Ranke (26). Der Aortenquerschnitt ( $q_A$ ) wurde einer Tabelle von Suter (7) entnommen. Die Laufzeit der Pulswelle ( $\Delta t$ ) ermittelten wir nach Gadermann und Jungmann (8), die Pulswellengeschwindigkeit (c) nach Meiners (21).

Hämodynamischer Quotient:  $(Q) = \frac{S}{A}$

Kontraktionsgeschwindigkeits-Quotient:  $\frac{V_S}{S}$

Druckanstiegsgeschwindigkeits-Quotient:  $\frac{pd}{DAZ}$

Windkessellänge ( $\Delta s$ ) =  $\beta - \alpha$

(Ausmessung der Pulsstrecke, siehe Abb.)

Laufzeit der Pulswelle ( $\Delta t$ ) = Fußpunkt

Carotis- bis Fußpunkt Femoralispulskurve.

Pulswellengeschwindigkeit (c) =  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$

Blut - Viskositätskonstante ( $\eta$ ) = 1,06

Volumenelastizität (E) =  $\frac{2,12 \times c}{q_A \times S}$

$$\text{Schlagvolumen } (V_S) = \frac{q_A \times \Delta p \times 1,33 \times S \times T}{2 \times 1,06 \times c (D + A)}$$

$$\text{Minutenvolumen } (V_m) = V_S \times F$$

$$\text{Mittlerer Blutdruck } (p_m) = p_d + 0,43 \times \Delta p$$

$$\text{Peripherer Widerstand } (W) = \frac{1,33 \times p_m \times T}{V_S}$$

$$\text{Herzarbeit } (H_A) = 1,33 \times V_S \times p_m$$

$$\text{Herzleistung } (H_L) = \frac{1,33 \times V_S \times p_m}{T} = \frac{H_A}{T}$$

Um physiologische Schwankungen der zeitlichen Herzdynamik von Herzaktion zu Herzaktion auszugleichen, wurden bei allen Patienten mindestens 10 Herzaktionen ausgemessen und der Mittelwert gebildet. Lagen diese Herzaktionen hintereinander, d.h. in einem Kurvenstück, dann gingen wir nach Meiners (22) und Lang (18) so vor, daß eine fortlaufende Nummerierung des Kurvenabschnittes an Hand der Zeitschreibung von einem beliebigen Punkt aus bestand.

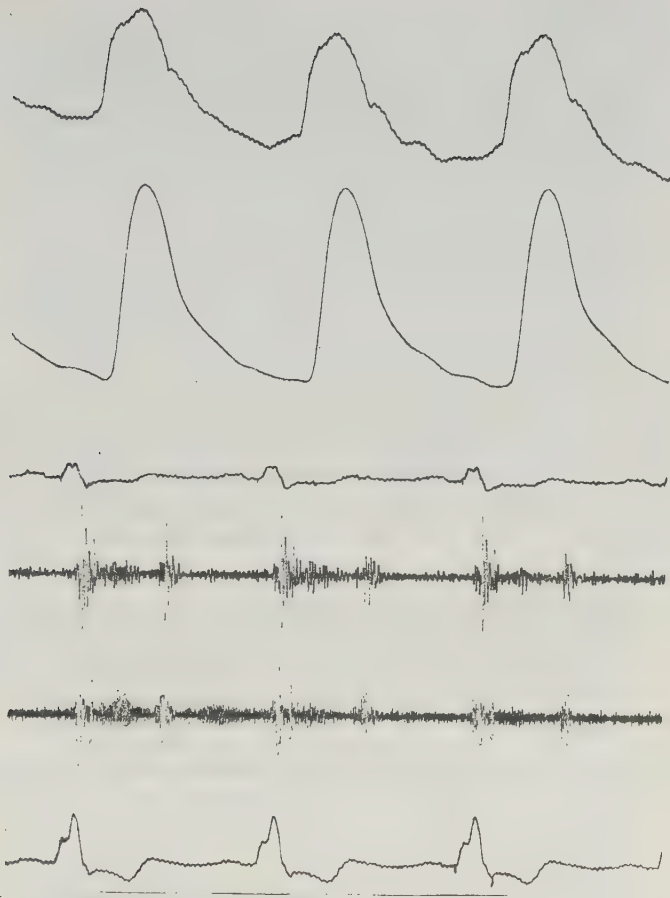


Abb. II Registrierprogramm zur Berechnung der zeitlichen Herzdynamik und der Kreislaufdynamik. Von oben nach unten: Carotispuls, Femoralispuls, Abl. II des Elektrokardiogramms, Herzschall ( $m_1=70$  Hz,  $m_2=140$  Hz), Abl.  $V_6$  bei Linksschenkelblock.

## Ergebnisse

Aus den Tabellen ließen sich die haemodynamischen Befunde ablesen und mit haemodynamischen Durchschnittswerten von Normalpersonen (13,24), unter Berücksichtigung des Alters (23), vergleichen.

- 1) Die Kontraktionsphasen des Herzens
  - a) Die Mittelwerte der Diastolendauer (D) lagen bei den Patienten mit Linksschenkelblock zwischen 300 und 550 msec; im Mittel bei 470 msec und wichen somit vom Normbereich nicht ab.
  - b) Die Mittelwerte der Gesamtsystole (A+S) schwankten bei den Patienten mit Linksschenkelblock zwischen 339 und 455 msec; im Mittel bei 397 msec. Im Vergleich zu Personen mit normaler Erregungsausbreitung war die Gesamtsystolendauer also geringgradig verlängert.
  - c) Die Mittelwerte der Austreibungszeit (S) lagen bei den Patienten mit Linksschenkelblock zwischen 215 msec. und 283 msec., sie waren im Mittel bei 252 msec. im Vergleich zu Normalwerten gering verkürzt.
  - d) Die systolische Vorbereitungszeit, die Anspannungszeit (A), zeigte bei den Patienten mit Linksschenkelblock Werte zwischen 100 und 197 msec; überwiegend 150 und mehr msec., im Mittel bei 145 msec., sie waren also im Vergleich zu Personen mit normaler Erregungsausbreitung deutlich verlängert. Die Unterteilung der Anspannungszeit (A) in Umformungszeit (UZ) und Druckanstiegszeit (DAZ) nach Holldack (9) ergab folgende Einzelwerte: Die Mittelwerte der Umformungszeit waren bei den Patienten mit Linksschenkelblock deutlich ver-

- längert, sie schwankten zwischen 57 und 135 msec., der Mittelwert betrug 91 msec. Dagegen war der Mittelwert der Druckanstiegszeit mit 54 msec - die Mittelwerte der einzelnen Patienten lagen zwischen 21 und 96 msec - nur gering erhöht.
- e) Die Mittelwerte der Pulsperiodendauer (T) lagen bei den Patienten mit Linksschenkelblock im Mittel bei 852, im einzelnen zwischen 683 und 1227.
- 2) Relative Austreibungszeit, haemodynamischer Quotient, Kontraktionsgeschwindigkeit, Druckanstiegs-  
anstiegs-  
geschwindigkeit.
- a) Die relative Austreibungszeit ( $S_{rel.}$ ) zeigte bei den Patienten mit Linksschenkelblock Mittelwerte zwischen 75 und 100 %, im Mittel bei 88 %, was der Verkürzung der absoluten Austreibungszeit (s.o.) entsprach.
- b) Der haemodynamische Quotient ( $Q = \frac{S}{A}$ ) war bei den Patienten mit Linksschenkelblock deutlich erniedrigt, was den Veränderungen von Austreibungszeit und Anspannungszeit entsprach. Dabei schwankten die Mittelwerte zwischen 1,23 und 3,05; im Mittel lag er bei 1,85.
- c) Der die Kontraktionsgeschwindigkeit betreffende Quotient  $\frac{V_S}{S}$ , ein Hinweis für die Austreibungsphase, zeigte Mittelwerte zwischen 124 ml/sec. und 576 ml/sec., im Mittel 315,8. Damit lag er bei unseren Patienten mit Linksschenkelblock im Bereich der Norm.
- d) Der die vorbereitende Phase betreffende Quotient für die Druckanstiegs-  
geschwindigkeit, nach Hamacher  $\frac{pd}{DAZ}$  ( $\frac{mm\ Hg}{sec}$ ) zeigte Mittelwerte zwischen

770 und 2727 mm Hg/sec., im Mittel bei 1774 mm Hg/sec., was eine Verlangsamung der Druckanstiegsgeschwindigkeit bei Patienten mit Linksschenkelblock bedeutete.

### 3) Die kreislaufdynamischen Parameter

- a) Die Mittelwerte der Pulswellengeschwindigkeit ergaben zwar einige Höchstwerte von über 9 m/sec., lagen aber im Mittel bei 6,8 m/sec.
- b) Die Volumenelastizität (E) zeigte bei den einzelnen Patienten mit Linksschenkelblock Mittelwerte zwischen  $790 \text{ dyn/cm}^5$  und  $2090 \text{ dyn/cm}^5$  im Mittel bei  $1175 \text{ dyn/cm}^5$ .
- c) Die Mittelwerte der Schlagvolumina ( $V_S$ ) - im Mittel bei 84,5 ml - waren ebenso wie die der Minutenvolumina ( $V_m$ ) - im Mittel bei 6,21/min. - zum Teil erheblich vergrößert,  $V_S$  bis 160 ml und  $V_m$  bis 10 l/min. und mehr.
- d) Die Mittelwerte der Herzarbeit ( $H_A$ ) schwankten bei den Patienten mit Linksschenkelblock zwischen 4379 und 27492 cm x g; sie lagen im Mittel bei 15806 cm x g.

Die Herzleistung lag bei den Patienten mit Linksschenkelblock im Mittel bei 15068  $\frac{\text{cm x g}}{\text{sec.}}$

Tabelle I: Kontraktionszeiten bei 21 Patienten mit  
Linksschenkelblock.

1. Teil

|    | D=Distolen<br>dauer(msec.) | A+S=Gesamt<br>systole(msec.) | S=Austreibungs<br>zeit(msec.) |
|----|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1  | 349                        | 339                          | 234                           |
| 2  | 861                        | 366                          | 251                           |
| 3  | 432                        | 412                          | 268                           |
| 4  | 367                        | 416                          | 272                           |
| 5  | 339                        | 369                          | 238                           |
| 6  | 300                        | 412                          | 252                           |
| 7  | 360                        | 415                          | 283                           |
| 8  | 557                        | 430                          | 242                           |
| 9  | 430                        | 402                          | 258                           |
| 10 | 528                        | 455                          | 277                           |
| 11 | 521                        | 399                          | 234                           |
| 12 | 422                        | 406                          | 264                           |
| 13 | 420                        | 418                          | 221                           |
| 14 | 323                        | 390                          | 263                           |
| 15 | 447                        | 400                          | 256                           |
| 16 | 435                        | 421                          | 273                           |
| 17 | 557                        | 390                          | 215                           |
| 18 | 440                        | 369                          | 234                           |
| 19 | 429                        | 380                          | 217                           |
| 20 | 542                        | 370                          | 270                           |
| 21 | 510                        | 375                          | 270                           |

Tabelle I: Kontraktionszeiten bei 21 Patienten mit  
Linksschenkelblock.

2. Teil

|    | A=Anspannungs-<br>zeit(msec.) | UZ=Umformungs-<br>zeit(msec.) |
|----|-------------------------------|-------------------------------|
| 1  | 105                           | 73                            |
| 2  | 115                           | 94                            |
| 3  | 144                           | 80                            |
| 4  | 144                           | 87                            |
| 5  | 131                           | 109                           |
| 6  | 160                           | 80                            |
| 7  | 133                           | 81                            |
| 8  | 189                           | 93                            |
| 9  | 144                           | 72                            |
| 10 | 175                           | 97                            |
| 11 | 165                           | 122                           |
| 12 | 142                           | 80                            |
| 13 | 197                           | 135                           |
| 14 | 127                           | 69                            |
| 15 | 144                           | 85                            |
| 16 | 150                           | 118                           |
| 17 | 175                           | 105                           |
| 18 | 135                           | 100                           |
| 19 | 163                           | 113                           |
| 20 | 100                           | 61                            |
| 21 | 105                           | 57                            |

Tabelle I: Kontraktionszeiten bei 21 Patienten mit  
Linksschenkelblock.

3. Teil

|    | DAZ=Druckanstiegs-<br>zeit(msec.) | T=Pulsperioden-<br>dauer(msec.) |
|----|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1  | 32                                | 683                             |
| 2  | 21                                | 1227                            |
| 3  | 64                                | 844                             |
| 4  | 58                                | 783                             |
| 5  | 33                                | 708                             |
| 6  | 80                                | 712                             |
| 7  | 52                                | 775                             |
| 8  | 96                                | 987                             |
| 9  | 72                                | 832                             |
| 10 | 78                                | 983                             |
| 11 | 43                                | 920                             |
| 12 | 62                                | 828                             |
| 13 | 62                                | 838                             |
| 14 | 58                                | 713                             |
| 15 | 59                                | 847                             |
| 16 | 22                                | 856                             |
| 17 | 70                                | 947                             |
| 18 | 36                                | 809                             |
| 19 | 52                                | 809                             |
| 20 | 39                                | 913                             |
| 21 | 45                                | 882                             |

Tabelle II: 1. Teil

Qrs-Dauer (QRS), relative Austreibungszeit (Srel.)  
haemodynamischer Quotient (S/A).

Bei 21 Patienten mit Linksschenkelblock:

|    | QRS(sec) | Srel.(%) | $Q=\frac{S}{A}$ |
|----|----------|----------|-----------------|
| 1  | 0,14     | 95       | 3,05            |
| 2  | 0,13     | 80       | 2,18            |
| 3  | 0,12     | 95       | 1,86            |
| 4  | 0,11     | 98       | 1,88            |
| 5  | 0,12     | 90       | 1,8             |
| 6  | 0,13     | 95       | 1,58            |
| 7  | 0,12     | 100      | 2,13            |
| 8  | 0,13     | 80       | 1,28            |
| 9  | 0,12     | 90       | 1,79            |
| 10 | 0,11     | 90       | 1,58            |
| 11 | 0,11     | 80       | 1,4             |
| 12 | 0,12     | 90       | 1,86            |
| 13 | 0,13     | 80       | 1,12            |
| 14 | 0,14     | 95       | 2,07            |
| 15 | 0,12     | 90       | 1,8             |
| 16 | 0,14     | 95       | 1,82            |
| 17 | 0,12     | 70       | 1,23            |
| 18 | 0,11     | 85       | 1,73            |
| 19 | 0,12     | 75       | 1,33            |
| 20 | 0,11     | 90       | 2,7             |
| 21 | 0,12     | 95       | 2,6             |

Tabelle II: 2. Teil

Druckanstiegsgeschwindigkeit ( $\frac{pd}{DAZ}$ ), und Kontraktions-  
geschwindigkeit ( $\frac{v_s}{s}$ )

Bei 21 Patienten mit Linksschenkelblock:

|    | $\frac{pd}{DAZ} (\frac{mm\ Hg}{sec})$ | $\frac{v_s(ml)}{s\ sec}$ |
|----|---------------------------------------|--------------------------|
| 1  | 3750,00                               | 299,6                    |
| 2  | 3095,23                               | 403,6                    |
| 3  | 1328,12                               | 238,8                    |
| 4  | 1551,72                               | 124,0                    |
| 5  | 2727,27                               | 521,1                    |
| 6  | 1125,00                               | 186,5                    |
| 7  | 1730,77                               | 252,9                    |
| 8  | 833,33                                | 157,3                    |
| 9  | 1250,00                               | 174,9                    |
| 10 | 769,23                                | 509,6                    |
| 11 | 2790,70                               | 576,9                    |
| 12 | 1370,97                               | 238,6                    |
| 13 | 1693,55                               | 389,1                    |
| 14 | 1551,72                               | 462,4                    |
| 15 | 1363,64                               | 171,9                    |
| 16 | 1071,43                               | 267,7                    |
| 17 | 2083,33                               | 293,1                    |
| 18 | 1346,15                               | 509,8                    |
| 19 | 2307,70                               | 508,7                    |
| 20 | 1621,8                                | 172,2                    |
| 21 | 1888,89                               | 174,1                    |

Tabelle III:

Kreislaufdynamische Parameter bei 21 Patienten mit Linksschenkelblock.

## 1. Teil:

|    | C=Pulswellen-<br>geschwindigkeit<br>( $\frac{m}{sec.}$ ) | E=Volumen-<br>elastizität<br>( $\frac{dyn}{cm^5}$ ) | V <sub>S</sub> =Schlag-<br>volumen<br>(ml) |
|----|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1  | 12                                                       | 2090                                                | 70,1                                       |
| 2  | 7,8                                                      | 1155                                                | 101,3                                      |
| 3  | 6,5                                                      | 1233                                                | 64                                         |
| 4  | 8,302                                                    | 1061                                                | 163,3                                      |
| 5  | 6,5                                                      | 1135                                                | 124,0                                      |
| 6  | 6,6                                                      | 1311                                                | 47                                         |
| 7  | 6,5                                                      | 1168                                                | 71,6                                       |
| 8  | 6,23                                                     | 909                                                 | 38,1                                       |
| 9  | 6,55                                                     | 1281                                                | 45,1                                       |
| 10 | 6,3                                                      | 790                                                 | 141,17                                     |
| 11 | 4,9                                                      | 1057                                                | 135                                        |
| 12 | 6,4                                                      | 1252                                                | 63                                         |
| 13 | 4,7                                                      | 1048                                                | 86                                         |
| 14 | 9,5                                                      | 1126                                                | 121,6                                      |
| 15 | 6,3                                                      | 1291                                                | 44,0                                       |
| 16 | 6                                                        | 931                                                 | 73,1                                       |
| 17 | 7,2                                                      | 1092                                                | 63,0                                       |
| 18 | 6                                                        | 862                                                 | 119,3                                      |
| 19 | 7                                                        | 1315                                                | 110,6                                      |
| 20 | 6,6                                                      | 1225                                                | 46,5                                       |
| 21 | 6,5                                                      | 1345                                                | 47                                         |

Tabelle III:

Kreislaufdynamische Parameter bei 21 Patienten mit Linksschenkelblock.

## 2. Teil:

|    | $V_m$ = Minuten-<br>volumen (l/min.) | $P_m$ = mittlerer<br>Blutdruck<br>(mmHg) | $W$ = peripherer<br>Widerstand |
|----|--------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| 1  | 6,27                                 | 150                                      | 1943,5                         |
| 2  | 4,96                                 | 95,1                                     | 1532                           |
| 3  | 4,6                                  | 102,9                                    | 1804,8                         |
| 4  | 12,57                                | 126,55                                   | 806,83                         |
| 5  | 10,5                                 | 120,1                                    | 912,02                         |
| 6  | 3,9                                  | 102,9                                    | 2073,24                        |
| 7  | 5,51                                 | 107,2                                    | 1543,7                         |
| 8  | 4,72                                 | 97,2                                     | 1648,9                         |
| 9  | 3,25                                 | 104,9                                    | 2530                           |
| 10 | 8,61                                 | 85,8                                     | 794,7                          |
| 11 | 8,78                                 | 154                                      | 1399                           |
| 12 | 4,2                                  | 105                                      | 1940                           |
| 13 | 6,2                                  | 126,5                                    | 1636,7                         |
| 14 | 10,2                                 | 107,9                                    | 841,2                          |
| 15 | 3,1                                  | 110                                      | 2635                           |
| 16 | 5,12                                 | 45                                       | 701                            |
| 17 | 3,96                                 | 92,2                                     | 1843                           |
| 18 | 8,8                                  | 98,7                                     | 890                            |
| 19 | 8,14                                 | 104,4                                    | 1116                           |
| 20 | 3,06                                 | 97                                       | 2557                           |
| 21 | 3,2                                  | 103                                      | 2680                           |

Tabelle III:

Kreislaufdynamische Parameter bei 21 Patienten mit  
Linksschenkelblock.

## 3. Teil:

|    | $H_A$ = Herzarbeit<br>(cm x g) | $H_L$ = Herzleistung<br>( $\frac{\text{cm x g}}{\text{sec.}}$ ) |
|----|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1  | 13987                          | 20478                                                           |
| 2  | 12819                          | 10447                                                           |
| 3  | 8757,8                         | 10377                                                           |
| 4  | 27492                          | 35111                                                           |
| 5  | 19806                          | 27907                                                           |
| 6  | 6432,28                        | 9174                                                            |
| 7  | 10205                          | 13169                                                           |
| 8  | 10034                          | 10,135                                                          |
| 9  | 6158,6                         | 7402                                                            |
| 10 | 16108                          | 16387                                                           |
| 11 | 27722                          | 30133                                                           |
| 12 | 7883,7                         | 9521                                                            |
| 13 | 14493                          | 17295                                                           |
| 14 | 17455                          | 24481                                                           |
| 15 | 6021                           | 7109                                                            |
| 16 | 4379                           | 5116                                                            |
| 17 | 7725                           | 8157                                                            |
| 18 | 15657                          | 19357                                                           |
| 19 | 15350                          | 20740                                                           |
| 20 | 6055                           | 6632                                                            |
| 21 | 6432,28                        | 7292,8                                                          |

Tabelle IV:

Mittelwerte (M) und Streubreite (S) der verschiedenen Kontraktionszeiten, Quotienten und kreislaufdynamischen Parameter:

|                      | M     | S      |
|----------------------|-------|--------|
| D                    | 470   | 135,5  |
| A+S                  | 397   | 26,7   |
| S                    | 252   | 20,6   |
| A                    | 145   | 26,8   |
| UZ                   | 91    | 20,6   |
| DAZ                  | 54    | 19,6   |
| T                    | 852   | 122    |
| QRS                  | 0,12  | 0,01   |
| Srel.                | 88    | 8      |
| S/A                  | 1,85  | 0,49   |
| <u>pd</u>            | 1774  | 771,8  |
| DAZ                  |       |        |
| <u>V<sub>S</sub></u> | 316   | 147,7  |
| S                    |       |        |
| C                    | 6,9   | 1,6    |
| E                    | 1175  | 261,8  |
| V <sub>S</sub>       | 84,5  | 37,8   |
| V <sub>m</sub>       | 6     | 2,8    |
| Pm                   | 107   | 22,3   |
| W                    | 1606  | 656    |
| H <sub>A</sub>       | 15806 | 1589   |
| H <sub>L</sub>       | 15068 | 8677,6 |

### Diskussion

Bei der Beurteilung der mitgeteilten Befunde und deren relativ großen Streubreiten war zu berücksichtigen, daß auf die dynamischen Herzzeitwerte eine Fülle von kardialen und extrakardialen Faktoren einwirkten. Damit ließen sich die einzelnen Veränderungen nicht allein aus den Linksschenkelblockbildern, sondern auch aus Myokarderkrankungen, Lebensalter, Gefäßveränderungen und anderem mehr erklären. So ist zum Beispiel für die Umformungszeit der Füllungsdruck des linken Ventrikels und damit dessen Anfangsspannung maßgeblich, der Füllungsdruck aber wiederum von verschiedenen Faktoren, wie venöser Zustrom, atrioventrikulärer Druckgradient, Vorhoftätigkeit und Zustand des Herzmuskels abhängig. Die Druckanstiegszeit - ein Maß für die Kontraktilität - wird einmal durch die gleichen Größen wie die Umformungszeit, zum anderen besonders durch den ventriculoaortalen Druckgradienten beeinflusst. Beide Zeitwerte (und damit die aus Umformungszeit und Druckanstiegszeit zusammengesetzte Anspannungszeit) können schließlich noch über das vegetative Nervensystem beeinflusst werden. Sympathische Impulse verkürzen und parasympathische Impulse verlängern sie.

Auch das Lebensalter hat einen wesentlichen Einfluß auf die Haemodynamik des Herzens; so ist z.B. ab dem sechsten Decenium ein Knick in der Anspannungskurve bekannt, was als physiologische Altersinsuffizienz gedeutet wird. Die Austreibungszeit schließlich wird verkürzt unter anderem durch eine Steigerung der Kontraktilität, durch verminderte Windkesselfunktion und verlängert durch ein ver-

größertes Schlagvolumen, durch Erhöhung des peripheren Widerstandes unter anderem mehr.

Unsere Untersuchungen bei 21 Patienten mit Linksschenkelblock bestätigten die Ergebnisse Blumbergers (6), daß bei Schenkelblockbildern immer eine Verlängerung der Anspannungszeit und meist eine Verkürzung der Austreibungszeit auftraten. Demgegenüber fand Jung (12) bei Schenkelblöcken eine normale Austreibungszeit. Ferner bekräftigten unsere Befunde auch weitgehend die Ergebnisse der Arbeit von Lang (17) beim intermittierenden Linksschenkelblock und der Arbeit von Adolph und Mitarbeiter (1) bei Patienten mit Linksschenkelblock:

Die Verlängerung der Gesamtsystole (A+S) bei uns im Mittel bei 397 msec., traten auch bei Adolph mit 430 msec. und bei Lang mit 410 msec. auf. Auch bei der Verkürzung der Austreibungszeit im Mittel bei 268 msec., Lang eine geringere Verkürzung beim intermittierenden Linksschenkelblock um 10 bis 15 msec. gegenüber Normalschlägen. Auch Blumberger fand beim intermittierenden Linksschenkelblock eine Zunahme der Anspannungszeit um fast 50 msec. und eine Verkürzung der Austreibungszeit um 25 msec.

Die deutliche Verlängerung der Anspannungszeit, bei unserer Untersuchung im Mittel bei 145 msec., bei Adolph (1) 162 msec., zeigte auch Lang beim intermittierenden Linksschenkelblock, wobei er aber die Verzögerung der Anspannungszeit um 30 bis 45 msec. gegenüber Normalschlägen im wesentlichen auf eine Verlängerung der Umformungszeit (zwischen 115 und 125 msec.) bei relativ konstanter Druckanstiegszeit zurückführte. Abweichend von diesem Ergebnis konnten wir bei unseren Untersuchungen neben einer Verlängerung der Umformungszeit - im Mittel bei 91 msec.-

eine Verlängerung der Druckanstiegszeit bis 96 msec. feststellen. Auch Adolph und Mitarbeiter (1) fanden neben einer verlängerten Umformungszeit - im Mittel bei 73 msec. - eine Zunahme der Druckanstiegszeit mit einem Mittelwert von 84 msec. Somit konnten wir also nicht nur eine Verlängerung der Umformungszeit, sondern auch eine Verzögerung der Druckanstiegszeit feststellen, was sich besonders auf die Kontraktionsfähigkeit des Herzens bezog. Erinnernten wir uns aber der eingangs erwähnten, zahlreichen einflußnehmenden Faktoren, so schien uns die Verlängerung der Anspannungszeit im wesentlichen durch die Verlängerung der Erregungsleitung, welche in der Umformungszeit mit erfaßt wurde, hervorgerufen zu sein. Bei der Ausmessung der Umformungszeit war zu berücksichtigen, daß beim Linksschenkelblock - wenn er zu einer erheblichen Dissoziation der Kammern geführt hat (paradoxe Spaltung des II. Tones) gewöhnlich auch eine Spaltung des I. Herztones auftrat. Hierbei entsprach der zweite Anteil des I. Herztones dem Anspannungsteil des linken Herzens. Es lag also auch eine paradoxe Spaltung des I. Herztones vor.

Über den haemodynamischen Quotienten  $Q = \frac{S}{A}$  fanden sich in der Literatur nur wenig vergleichbare Angaben (3). Die Ergebnisse konnten aber aus den vorhandenen, von den schon erwähnten Autoren (1,6,17) gefundenen Werten für Austreibungszeit und Anspannungszeit abgeleitet werden, wonach im Hinblick auf die von uns gefundene deutliche Verminderung des Quotienten keine Diskrepanzen erkennbar waren. Nach Blumbergers Untersuchungen (3) über die Aussagekraft des Größenverhältnisses  $S/A$  (Austreibungszeit / Anspannungszeit), in Bezug auf die Arbeit des Herzens,

entsprach die Verminderung des Quotienten  $Q = \frac{S}{A}$

einer Dekompensation des Herzens! Beim intermittierenden Linksschenkelblock fand Blumberger (6) eine Verminderung des haemodynamischen Quotienten  $Q = \frac{S}{A}$

bei Normalschlag von 3,78 auf 2,23 bei Herzschlägen mit Linksschenkelblock.

Für den Quotienten nach Hamacher  $\frac{pd}{DAZ}$ , einem Maß für

die Druckanstiegsgeschwindigkeit, fanden sich in der Literatur über Linksschenkelblock-Patienten keine Angaben. Der von uns gefundene Mittelwert von 1774  $\frac{mmHg}{sec}$  zeigt eine Verlangsamung der Druck-

anstiegsgeschwindigkeit bei Patienten mit Linksschenkelblock auf.

Die Verkleinerung des Quotienten  $S/A$ , hervorgerufen durch die Verlängerung der Anspannungszeit - diese insbesondere als Folge der Verzögerung der Umformungszeit - und die Verkürzung der Austreibungszeit, zusammen mit der Verminderung des Quotienten nach Hamacher  $\frac{pd}{DAZ}$  bewiesen, daß die Stö-

rung der Erregungsausbreitung beim Linksschenkelblock die Dynamik des Herzens auch während der Austreibungsphase beeinträchtigt und daß durch sie die Kraft des Herzens gegenüber den Herzen mit normaler Erregungsausbreitung vermindert ist.

Unsere Untersuchungen hatten die Aufgabe, bei Registrierung des zeitlichen Ablaufes der Herz- und Kreislaufdynamik, das Verhalten der einzelnen Phasen der Haemodynamik bei Patienten mit Linksschenkelblock zu prüfen.

Die gefundenen verlängerten herzdynamischen Werte waren durch die Verzögerung der herzmechanischen

Abläufe links gegenüber rechts zu erklären. Denn die Erregung des linken Ventrikels muß durch die Unterbrechung des linken Tawaraschenkels, beim Linksschenkelblock erst über die rechte Herzkammer erfolgen.

Die Vielzahl der oben erwähnten cardialen und extracardialen Faktoren, welche Einfluß auf die dynamischen Herzzeitwerte nehmen, zeigt, daß die Meßergebnisse - die von uns gefunden und in der Literatur bestätigt - nur im Rahmen des gesamten klinischen Befundes zu verwerten sind, und zwar auch nur dann, wenn sie einen eindeutigen abnormen Unterschied erkennen lassen.

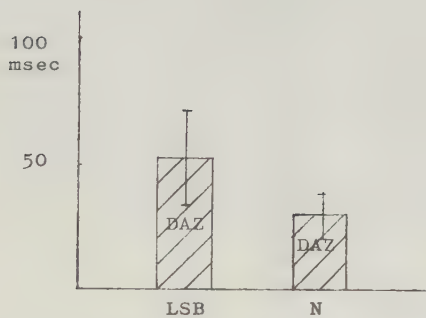
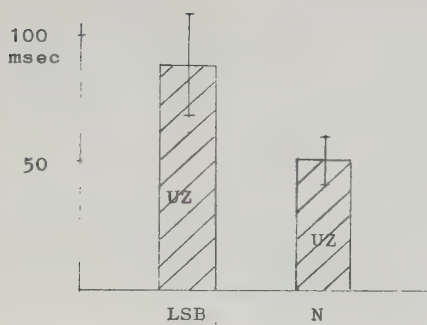


Abb. III: Mittelwerte und Streubreite der Umformungszeiten (oben) und der Druckanstiegszeiten (unten) bei Patienten mit Linksschenkelblock im Vergleich zu Normalwerten.

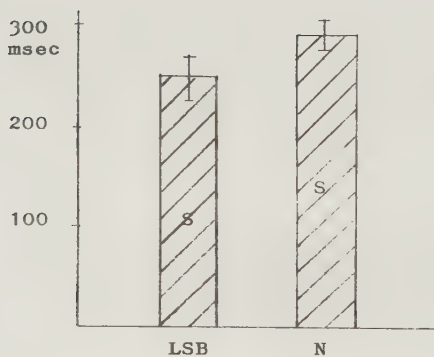
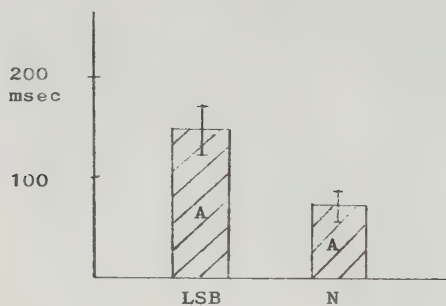


Abb. IV: Mittelwerte und Streubreite der Anspannungszeiten (oben) und der Austreibungszeiten (unten) bei Patienten mit Linksschenkelblock im Vergleich zu Normalwerten.

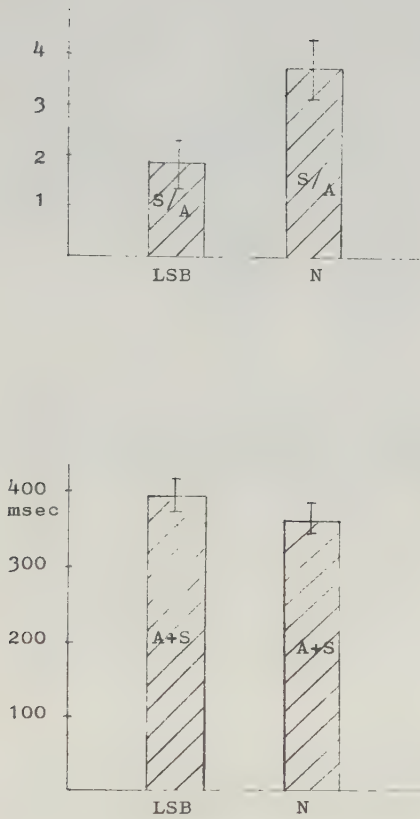


Abb. V: Mittelwerte und Streubreite des haemodynamischen Quotienten (oben) und der Gesamtsystole (unten) bei Patienten mit Linksschenkelblock im Vergleich zu Normalwerten.

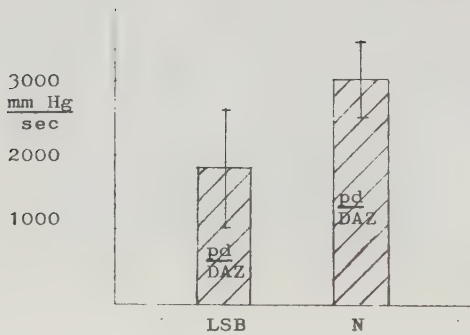


Abb. VI: Mittelwerte und Streubreite der Druckanstiegsgeschwindigkeit (nach Hamacher) bei Patienten mit Linksschenkelblock im Vergleich zu Normalwerten.

### Zusammenfassung

Es wurden bei 21 Patienten mit Linksschenkelblock die Haemodynamik von Herz- und Kreislauf untersucht. Dabei wurde die zeitliche Haemodynamik nach der von Blumberger (2,5,6) angegebenen indirekten sphygmographischen Methode bestimmt.

Unter Berücksichtigung der auf die Herzdynamik einwirkenden cardialen und extracardialen Faktoren (s.o.) konnte bei den Patienten mit Linksschenkelblock im Vergleich zu Patienten ohne Erregungsausbreitungsstörung folgendes festgestellt werden:

1. Die Dauer der Gesamtsystole (A+S) war bei den Patienten vergrößert (Mittelwert 470 msec).
2. Die Umformungszeit war bis zu 137 msec. verlängert (Mittelwert 91 msec).
3. Die Druckanstiegszeit war ebenfalls, wenn auch in geringerem Maße, verlängert, maximal bis 96 msec (Mittelwert 54 msec).
4. Die systolische Vorbereitungszeit, die Anspannungszeit (UZ + DAZ) war dementsprechend deutlich verlängert (Mittelwert 145 msec).
5. Die Austreibungszeit war gegenüber Normalwerten gering verkürzt (Mittelwert 252 msec).
6. Die Druckanstiegsgeschwindigkeit  $\frac{pd}{DAZ}$  war gegenüber der Norm vermindert (Mittelwert 1774  $\frac{mm\ Hg}{sec}$ ).

Dieser Befund deutete auf eine Verminderung der myocardialen Kontraktilität hin.

7. Entsprechend der Verlängerung der Anspannungszeit und der Verkürzung der Austreibungszeit war der haemodynamische Quotient  $Q = S/A$  verkürzt (im Mittel 1,85).

## Literatur:

1. ADOLPH, R., N. FOWLER, und K. TANAKA: Prolongation of isovalumic contraction time in left - bundle-branch block. Amer. Heart J. 5, 585 (1969)
2. BLUMBERGER, Kj.: Die Anspannungszeit und Austreibungszeit beim Menschen. Z. Kreislaufforschg. 6, 203 (1940)
3. BLUMBERGER, Kj.: Was sagt das Größenverhältnis  $S/A$  über die Arbeit des Herzens aus? Klin. Wschr. 681 (1941)
4. BLUMBERGER, Kj.: Die Dynamik des Herzens bei der Hypertonie. Med. Klinik 5, 1 (1941)
5. BLUMBERGER, Kj.: Die Untersuchung der Dynamik des Herzens beim Menschen. Erg. inn. Med. 62, 424 (1942)
6. BLUMBERGER, Kj.: Die Herzdynamik in der klinischen Diagnostik. 1. Freiburger Colloquium f. Kreislaufforschg. Banischewski, Münschen-Gräfelfing (1958)
7. FRUCHT, H.: Der Aortenquerschnitt des Menschen in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Körpergröße und mittl. Blutdruck. Z. Kreislaufforschg. 42, 401 (1953)
8. GADERMANN, E. und H. JUNGSMANN: Über die sogenannte Vorwelle im peripheren Puls. Zur Pathophysiologie des Arterienpulses bei verschiedenen Kreislaufferkrankungen. Z. Kreislaufforschg. 46, 893 (1957)

9. HOLLBACK, K.: Die Bedeutung der Umformungszeit und Druckanstiegszeit für die Herzdynamik. Dtsch. Arch. Klin. Med. 198, 71 (1951)
10. HOLLBACK, K. und D. WOLF: Atlas und kurzgefaßtes Lehrbuch der Phonocardiographie. Stuttgart 1966, 3. Auflage.
11. HOLZMANN, M.: Die Rhythmusstörungen des Herzens. Handbuch der inneren Medizin. 4. Auflage Bd. IX /2
12. JUNG, K., H. JUNGEMANN und H. NEUMANN: Über die Beziehung zwischen Diastolendauer und Austreibungszeit bei Gesunden und Patienten mit Herz- und Kreislaufkrankheiten. Z. Kreislaufforschg. Bd. 57, Heft 9, 832 (1957)
13. JUNGEMANN, H.: Kritisches zur Pulskurvenregistrierung und ihrer Auswertung. Z. f. d. ges. experimentelle Medizin 122, 60 (1953)
14. LANG, E., A. NAGG und KJ. BLUMBERGER: Die zeitliche Herzdynamik unter dem Einfluß des Myocardinfarktes. Verh. dtsch. Ges. f. inn. Medizin 70. Kongreß (1964)
15. LANG, E.: Einfluß der Pulsfrequenz auf die Kontraktionsphasen des Herzens. Z. Kreislaufforschg. 54, 479 (1965)
16. LANG, E.: Die Bedeutung indirekter sphygmographischer Untersuchungsmethoden. 5. Freiburger Colloquium f. Kreislaufmessungen. Banaschewski, München-Gräfelfing 1966

17. LANG, E. und J. A. KÖHLER.: Untersuchungen zur Haemodynamik des intermittierenden Rechts- und Linksschenkelblockes. Herz-Kreislauf 1. Jg. Nr. 2, 86 (1969)
18. LANG, E.: Meßverfahren zur Bestimmung der zeitl. Herzdynamik. Herz-Kreislauf, 2. Jg., Nr. 2, 80 (1970)
19. LANG, E.: Einfluß von Widerstands- und Volumenbelastung auf die systolischen Kontraktionszeiten des rechten und linken Herzens. Arch. f. Kreislaufforschg. 66, 1 (1971)
20. MAAS, H.: Über ein Verfahren zur Messung der Anspannungs- und Austreibungszeit beim Menschen. Z. Kreislaufforschg. 38, 228 (1949)
21. MEINERS, S.: Method. Beitrag zur Bestimmung der Pulswellengeschwindigkeit. Z. Kreislaufforschg. 43, 297 (1954)
22. MEINERS, S.: Meßmethoden zur Analyse der Herz- und Kreislaufdynamik. 1. Freiburger Colloquium f. Kreislaufmessungen, Banaschewski, München-Gräfelfing 1958
23. MICHEL, D.: Über die Altersabhängigkeit der dynamischen Herzzeitwerte. Z. Altersforschg. 14, 282 (1960)
24. MICHEL, D.: Zur praktischen Bedeutung der dynamischen Herzzeitwerte. Ärztliche Forschung, Jg. 19, Nr. 2, 65 (1965)
25. MILLAHN, H. P.: die Kontraktionsphasen des jugendlichen Herzens und ihre Beziehungen zur Haemodynamik. Z. Kreislaufforschg. 53, 178 (1964)

26. RANKE, O.: Die Theorie der physikalischen Schlagvolumenbestimmung. Verh. d. dtsh. Ges. f. Kreislaufforschg. 15. Tg., Anhang S.1
27. SCHMITT, R. und A.LEMMERZ: Die Deutung des Elektrokardiogramms. G. Braun, Karlsruhe II. Auflage S. 40 (1965)
28. SCHULTZ, H.: Über die Bestimmung der Anspannungszeit des Herzens. Z. Kreislaufforschg. 29, 425 (1937)
29. WEISSLER, A. M., W. S. HARRIS and C. D. SCHOENFELD: Systolic time intervals in heart Failure in Man. circulation 37, 149 (1968)
30. WEZLER, K.: Die Anwendung der physikalischen Methoden der Schlagvolumenbestimmung. Verh. dtsh. Ges. Kreislaufforschg. 15. Tg. Anhang S. 27
31. WEZLER, K. und Ph. BROEMSER: Die Dynamik des arteriellen Windkessels. Ergebnisse der Physiologie 41, 299 (1939).

### Lebenslauf

Ich, Peter Kunze, bin am 5. August 1942 in Hannover als Sohn des Gynäkologen Dr. med. Hans Kunze und seiner Ehefrau Lucie, geb. Müller geboren. In Helmstedt wurde ich eingeschult, besuchte seit 1953 das Gymnasium Julianum, welches ich 1962 mit bestandenem Abitur verließ.

1962 begann ich das Studium der Medizin an der Universität Erlangen - Nürnberg. Dort habe ich im Februar 1970 die Ärztliche Prüfung vollständig bestanden. Seit Mai 1970 bin ich an den Städtischen - Krankenanstalten Fürth, zunächst als Medizinalassistent und dann als Assistenzarzt tätig.





